

Suyla soğutulmuş hava soğutuculu model

ne kadar düşük tutulabilirse o kadar iyi. Aynı şekilde yatak çerçevesi de yüksek basınçlı pres dökümle yapılabilir. Bu bölünmüş tasarım, maliyeti düşürdüğü gibi işleme sürecini de basitleştiriyor.

Hidrolik ayarlayıcı takip makaralı supap mekanizmasının uygulanmasının nedeni, düşük sürtünmeyle birlikte aşınmaya dayanıklı ve bakım istemeyen bir sistem yaratma hedefi. Üstten tek kamlı mil, sinterlenmiş çelik loblarla monte şeklinde. Kam milinin de sadece üç yatağı var.

Kam miline makaralı yatak uygulaması daha önce de düşünülür, ancak mühendisler bu yaklaşımı potansiyel sürtünme kazancına karşılık yüksek maliyeti nedeniyle reddederlerdi.

Kanal düzenlemesi, silindir başına biri çıkış, biri giriş valfi olacak şekilde çapraz akış biçiminde. 15°lik enjektör eğimi ve 2°lik valf eğimi ile valf boyutu ve enjektör eksantrisitesi arasında iyi bir uyum bulunabildiği gibi, valf köprüsü genişliğinin

dayanıklılık gerekleri de karşılanabiliyor.

Yüksek yüklü dizel motorlar için silindir kafası tasarımında kritik yönler, yüksek çevrim yorulması (HCF), gaz kuvveti yüklemesi ve taban kısmının direnci yüzünden, taban kısım ile tavan kısım alanlarındaki mukavemet, sıcaklık çevrimi yüzünden termomekanik yorulmadır (TMF).

Geliştirme sırasında seçilen konseptin yüksek özgül güç ve silindir basıncı ile birlikte -bununla bağlantılı olarak seçili 2V konseptinin getirdiği- bir dizi zorluk ortaya çıkmış.

Dört valfli silindir kafası konsepti için, toplam kafa yapısının simetrisi, taban kısmına yüklenen gaz kuvvetine karşı koyan sert kutu yapısı için ideal koşullar sunar. Bu durumun aksine, üstten tek kamlı ofset mil ile iki valf düzenlemesi oldukça asimetrik. Özellikle emme deliği, silindir başlığın bir tarafındaki giriş falanjından silindir ekseninin zıt tarafında yer alan valfa kadar uzanmasıyla -konumu yüzünden- kritik bir alandır. Bu gaz basıncı yüklemesi altında eğilme deformasyonuna yol açar.

Buna ek olarak 2V silindir kafasının valfler, enjektör ve egzoz valfi arasındaki -termal yüklemenin en yüksek olduğu alanlarda- soğutması tipik olarak zayıftır ve yüksek sıcaklıklara sebep olur. Boylamasına giriş-egzoz supabının yokluğu, ateşleme kısmı geometrisinin ısıl genişlemeye karşı daha düşük derecede bir kısıt oluşturduğu için, -bir 4V tasarımına göre- TMF başarısızlığına daha az duyarlı olduğu anlamına gelir. Yüksek sıcaklıklar, yakıt enjektöründeki supap yuvası aşınması ve tortu oluşumuyla bağlantılı olarak dikkate alınmalıdır.

ADD motoru için ateşleme kısmındaki sıcaklığın 260°C'nin altında olmasını sağlayan bir silindir kafası soğutma

konsepti geliştirilmiştir. Bu egzoz valfi ile yakıt-enjektör memesi arasındaki bir delikli soğutma pasajı düzenlemesiyle başarılıdır.

Su ceketini iki çekirdekte oluşmaktadır. Bağlantı kapılarının altındaki egzoz tarafında yer alan bir kompakt alt çekirdek ve egzoz portlarının üstünde silindir başlığın giriş tarafına doğru uzanan daha geniş bir üst çekirdek. Çekirdeklerin sayısının artması, basit bir çekirdek şekli kullanılması ve yine basitleştirilmiş bir çekirdek sistem düzenine kurulmuş dengelenmektedir. Çekirdeklerin şekli optimize edilmiştir: Başlıktaki soğutucu akışkanlığının CFD analizi ve blok su ceketleri, ısı-transfer katsayılarının eş dağılımını temin etmektedir.

Hesaplanan ısı-transfer katsayıları, silindir kafası yapısının FEM analizine uygulanır. Böylelikle sıcaklık -kabarcıklı kaynamanın etkisi dâhil- öngörülebilir. Ulaşılan sıcaklık verileri çok yüksek oranda düzenlilik göstermekte, enjektör ile egzoz valfi arasında ise bütünde en fazla 257°C'lik bir sıcaklığa denk düşmektedir.

Termoşok test aşamaları sırasındaki sıcaklık aralığı, motorun anma çıkış gücü ve boştaki çalışma durumundaki hesaplanmış sıcaklık alanlarına dayanarak, silindir başlığın ateşleme kısmındaki her bir devre düğümü (nod) için hesaplanmaktadır. Bu TMF yaşam ömrü değerlendirmesinin (başlama devresinin kaç kez tetiklendiğinin) temelini oluşturmaktadır. ADD tasarımı açısından minimum TMF yaşam ömrü, emme supabı ile enjektör çapı arasındaki alandadır ve 3.000 devir hedefini karşılamaktadır.

Silindir başlığın yüksek çevrimli yorulma dayanımı, sıcaklık, tertibat ve gaz gücü yüklerinin de dâhil edildiği bir FEM simülasyonu aracılığıyla da ayrıca değerlendirmeye alınmıştır. En düşük güvenlik katsayıları, portlar ile ateşleme kısmı arasındaki kavislerde görülmüştür. Bunun nedeni, gaz basınç düzeyleri ve termal yüklemeye

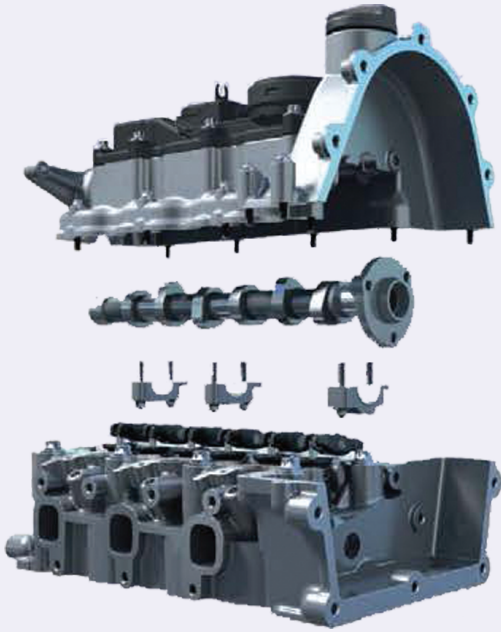
kombinasyonu altında ateşleme kısmının bükülmesidir.

Krank Organı Yaratımı

Krank organı (cranktrain) düzenlemesi yapılmasının temel amacı, 190 barlık maksimum ateşleme basıncı altında krank zinciri sisteminin dayanıklılığını sağlarken, bununla birlikte krank yataklarındaki genel sürtünmeyi minimize etmektir.

Silindirlenmiş kavisli yarıçapları olan dövme çelik krank milinin (C38 mod), ana muylu çapı 48 mm olarak (üretimsel gereklilik sonucu, K9K motoruna benzer) ve krank muylusu çapı da sadece 45 mm olarak tasarlanmıştır. Krank mili sadece 10,8 kg ağırlığında. Piston kolu sinter dövülmüş ve giderek incelenerek sonlanıyor.

Kıyas verileriyle karşılaştırılınca, ulaşılan ana çap ve krank muylusu çaplarının, ateşleme basıncı 180 bar ve üstünde olan motorların yayılım bandının alt sınırında olduğu görülebilecektir. Üç silindirli kurulumu da hesaba kattığımızda krank mili sürtünmesi, yüksek ateşleme basıncına rağmen, rekabet edebilir bir düzeydedir.



Silindir başlık ve valf zinciri

Piston alüminyumdan yapılmaz ve kompresyon yüksekliği 44.75 mm'dir. İki valfli düzenlemeden dolayı tutuşma haznesi, pistonun merkez hattından 3 mm uzağa kaymıştır. Bu eksen kaçıklığı pistonun asimetrik termal yüklemesine yol açmaktadır. Sistemde, eksantrik tutuşma haznesi, halkalar ve pistonun iyi soğutulmasını sağlamak için iki bölümlü soğutma galerisi uygulanmıştır.

Hayati İstatistikler

Silindir çapı ve strok (mm) : 76 x 77.5
Silindir eğimi (mm) : 85
Silindir sayısı: Üç
Silindir başına valf sayısı: İki
Silindir başına hacim (cm³): 351.6
Süpürme hacmi (cm³): 1,055
Enjeksiyon sistemi: CR Solenoid
Enjeksiyon basıncı: 1,800 bar
Şarj sistemi: İki aşama ara soğutma
En yüksek çevrim basıncı: 190 bar
Enerji (kW): 80 (dakikada devir sayısı 4,000 rpm iken)
Tork (Nm): 240 (dakikada devir sayısı 2,000 rpm iken)

“Silindir başına iki valflik kurulum temel motor seviyesinde maliyeti düşürmek için uygulanmıştır.”

Çift yönlü parça volan ve - kayış kasmağı titreşimi yalıtımı dâhil olmak üzere - burulma titreşimi damperi tatbik edilmiş. Sistemdeki yükleri belirlemek için krank zinciri dinamiklerinin bir 3D multibody simülasyonu (AVL Excite) gerçekleştirilmiştir. HCF (yüksek çevrim yorulması) güvenlik faktörlerini belirlemek için de FEM analizi yapılmıştır. Kavisli yuvarlamalı üretim sürecinde ulaşılabilir mukavemet geliştirmenin doğru bir temsili keskinleştirmek içinse üretim kalite teminatı için kullanılan krank mili yorulma testi simülasyonu gerçekleştirilmiştir.

Emme, Egzoz ve EGR Sistemleri

Yüksek çalıştırılabilirlik düzeylerine ulaşmak için ADD konseptine gereken

takviye basınç iki aşamalı bir şarj sistemiyle sağlanmış. Bu sistem, alçak basınç aşaması için bir turbo ve yüksek basınç aşaması için de kök türü bir PDC'nin (pozitif hareketli kompresör) yanı sıra bir aşamalar arası soğutucu ve ayrıca dolgu hava soğutucusunu içeriyor. Her iki soğutucu da sıvı soğutmalı ve ayrı düşük sıcaklık soğutucu devreli özellikte. EURO 6 salınım standartları; soğutulmuş, düşük basınçlı EGR (eksoz gazı geriçevrimi), DPF (dizel partikül filtresi) ve NOx son işlem teknolojileriyle sağlanıyor.

PDC silindir bloğa monte edilmiş ve krank milinden çıkıntılı bir kayışıyla hareket ettiriliyor. Kompresörün kendisi, entegre iki kademeli şanzımanlı ve hava yeniden dolaşım valfli kök türü bir süper şarjördür.

Besleme hava soğutma, düşük sıcaklık soğutucu çevrimi ile su-hava ısı değiştiricileri aracılığıyla gerçekleştiriliyor. Ana besleme hava soğutucusu, üç ısı değiştirici çekirdekten oluşuyor. Bu çekirdekler, dış borular olmaksızın havayı doğrudan PDC çıkışından emme borusuna ileten bir aksamla bütünleşmiş vaziyettedir. Egzoz tarafında tahliye kapaklı turbo, silindir başlığın egzoz flanşına, kompakt kalıplı egzoz manifoldu aracılığıyla monte edilmiş. Egzoz gazı son işlem sistemi, türbin çıkış flanşına yakından eşlenmiş. ADD konseptinden kaynaklanan salınım dolaşımındaki yüksek motor gücü yüzünden, NOx salınım sonuçları EURO 6 standartlarını salt motor önlemleriyle yakalayamıyor. NOx son işlem sürecinin gerekleri için kütle ve yuvarlanma direnci gibi araç parametrelerine bağlı olarak SCR (selective catalytic reduction) ya da LNT (lean NOx trap) sistemi düşünülebilir.

Test sonuçları gösteriyor ki, 1,05-litre ADD motoru, 1,5-litre K9K güç aktarım sistemiyle aynı performansa ulaşabiliyor. Ve bunu hibrit e-motordan ek bir destek almadan başarabiliyor. ■